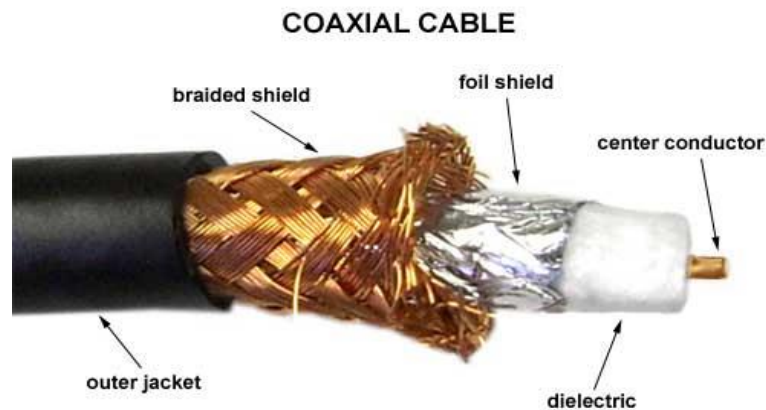


BAB II

DASAR TEORI

2.1 KABEL TEMBAGA

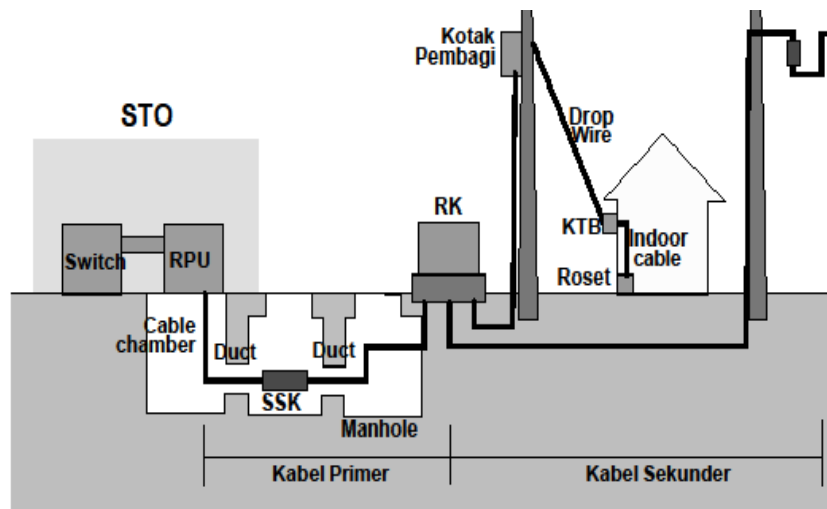
Jaringan Lokal Akses Tembaga atau yang dapat disingkat menjadi JARLOKAT adalah suatu jaringan telepon yang berbasis bahan tembaga yang dipasang atau ditarik dan dipergunakan untuk menghubungkan pelanggan dengan sentral lokal yang bersangkutan.^[11] Karena media yang dipergunakan adalah tembaga, maka kabel yang digunakan disebut dengan kabel koaksial atau kabel yang terdiri dari 2 konduktor. Kabel koaksial (*coaxial cable*) berupa kabel yang berisi dua buah konduktor. Salah satu konduktor terbuat dari tembaga seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1. Konduktor tembaga dilapisi dengan isolator. Konduktor yang kedua melingkar di luar isolator pertama. Kabel koaksial digolongkan menjadi dua jenis. Jenis pertama adalah kabel koaksial tebal (*thick coaxial cable*). Jenis kedua adalah kabel koaksial tipis (*thin coaxial cable*). Kabel koaksial tebal (*thick coaxial cable*) berdiameter 12 mm. Selubung kabel berwarna kuning. *Thick coaxial cable* disebut pula standar *ethernet*, *ThickNet* (singkatan dari *thick ethernet*), dan *yellow cable*. Kabel koaksial tipis berdiameter 5 mm. Berbeda dengan *ThickNet*, kabel ini diselubungi warna hitam atau gelap. Karena tipis, kabel yang disebut *ThinNet* ini lebih lentur dibanding *ThickNet*.



Gambar 2.1 Struktur kabel koaksial

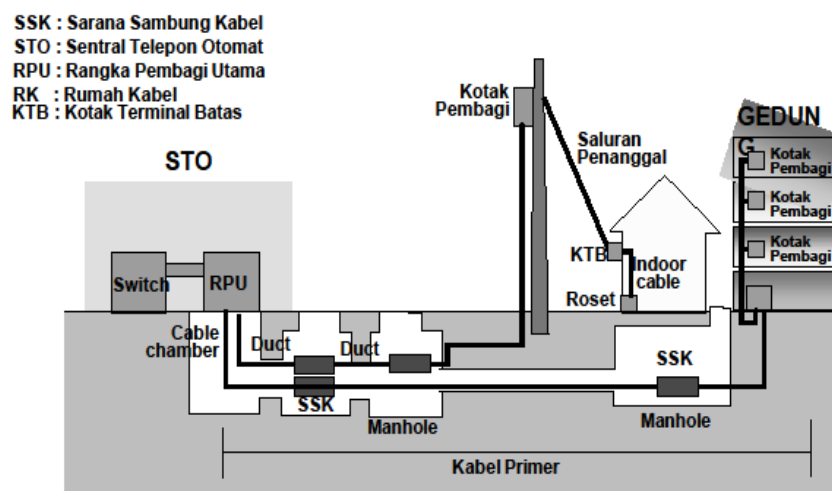
Pada JARLOKAT, terdapat dua jenis struktur jaringan kabel, yaitu struktur jaringan catu tidak langsung dan struktur jaringan catu langsung. Pada struktur jaringan kabel tembaga catu tidak langsung,^[11] kabel tembaga ditarik dari Rangka Pembagi Utama (RPU) yang telah tersambung dengan Sentral Telepon Otomat (STO) menuju ke Sarana Sambung Kabel atau SSK yang berada diantara *cable chamber* dan *manhole*.

Sambungan pada SSK akan berakhir hingga menuju Rumah Kabel (RK). Seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.2,^[11] kabel tembaga yang digunakan untuk menyambung antara STO menuju RK adalah kabel primer. Sambungan kabel tembaga diteruskan menuju kotak pembagi dan SSK kabel udara, pada jalur antara kotak pembagi dan Kotak Terminal Batas (KTB) digunakan kabel langsung atau *drop wire* dan dilanjutkan menuju telepon pelanggan melalui roset dengan menggunakan *indoor cable* sebagai penghubungnya.



Gambar 2.2 Konfigurasi Jaringan Tembaga Catu Tidak Langsung

Sedangkan untuk jaringan tembaga catu langsung, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.3^[11] bahwa jaringan tembaga catu langsung tidak ditemukan atau digunakannya RK.

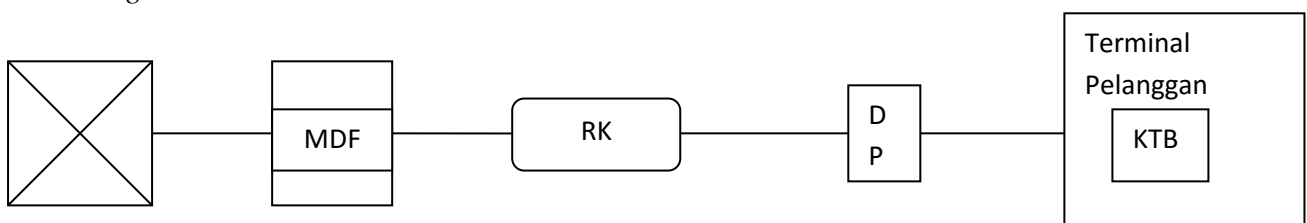


Gambar 2.3 Konfigurasi Jaringan Tembaga Catu Langsung

Pada Gambar 2.3 terlihat bahwa tidak digunakannya RK dalam konfigurasi jaringan catu langsung tersebut. Sebagai ganti dari tidak adanya RK, sarana sambung kabel atau SSK ditambahkan dan kabel tembaga ditarik langsung dari rangka pembagi utama menuju pada tiap – tiap kotak pembagi. Kabel tembaga yang digunakan pada konfigurasi tersebut adalah kabel primer, tidak terdapatnya kabel sekunder karena tidak digunakannya RK.^[11] Kabel primer yang ditarik dari rangka pembagi utama disambungkan melalui sarana sambung kabel untuk diteruskan pada masing – masing kotak pembagi dekat pelanggan dan kotak pembagi akan dihubungkan dengan kotak terminal batas dengan *drop wire* atau *jumper wire* tergantung keadaan. Jaringan tembaga catu langsung ini biasa digunakan pada pelanggan yang berdomisili dekat dengan sentral atau yang bersifat terpusat.

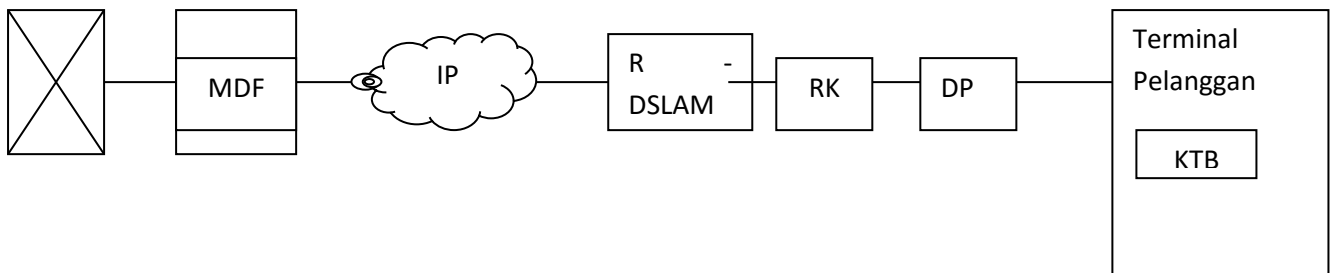
2.2 EVOLUSI SISTEM JARINGAN TELEPON

Pada pembahasan sebelumnya, diperlihatkan jalur jaringan dari sistem komunikasi atau jaringan lokal akses tembaga yang belum diketahui apakah jaringan tersebut bersifat *analog* atau *digital*. Dikarenakan teknik – teknik pada sistem tersebut dapat berlaku baik untuk sistem yang bersifat *analog* maupun *digital*. Pada dasarnya sistem *public switch telephone network* (PSTN) sekarang ini telah menerapkan teknologi *digital*.^[9]



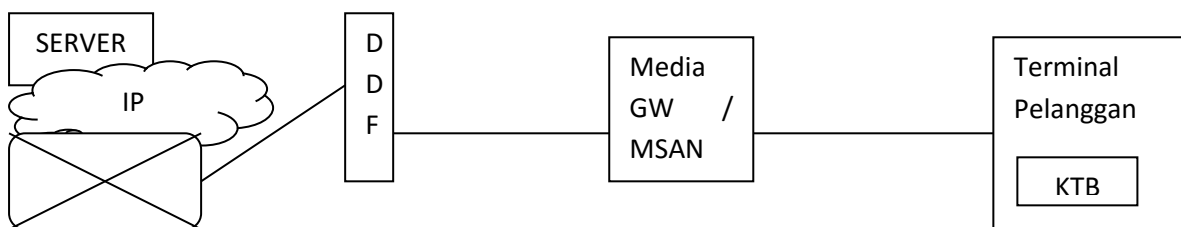
Gambar 2.4 Jaringan layanan dasar telepon

Berdasarkan pada Gambar 2.4, PSTN *digital* sudah mulai diterapkan namun masih hanya terpusat pada sisi sentral saja. Upaya pendigitalan tersebut akan berangsur hingga sampai ke titik pengguna. Dengan menerapkan modem telepon (D-SLAM) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.5 bahwa jaringan *analog* tersebut dapat mengoperasikan komunikasi data, namun jalur komunikasi tersebut tidak dapat dilakukan secara bersamaan karena pada jaringan tersebut menggunakan kanal telepon frekuensi rendah (berkisar sekitar 4 kHz).



Gambar 2.5 Jaringan layanan telepon dengan tambahan layanan data

PSTN terus mengalami perkembangan, dari layanan awal yang hanya berupa suara, suara dan data, dan pada akhirnya menuju kearah *multimedia* (suara, data, dan *video*).^[9] Pada dua gambar sebelumnya dijelaskan awal – awal mula layanan dasar teleponi dan layanan teleponi yang dilengkapi layanan data. Selanjutnya mengarah pada *Next Generation Network* (NGN) dengan menerapkan saluran pelanggan digital asimetris atau sering disebut ADSL.^[9] ADSL masih berupa salah satu dari *Digital Subscriber Line* (DSL) yang secara sederhana diartikan sebagai teknik akses digital melalui kabel tembaga. Pada Gambar 2.6 dijelaskan bahwa diterapkan IP yang memiliki beberapa *gateway* serta *Media Gateway* atau yang biasa disebut MSAN ke sisi pelanggan, maka perangkat sentral menjadi lebih sederhana. Jaringan komunikasi ini lebih akrab disebut dengan jaringan *softswitch* (SS).



Gambar 2.6 Jaringan *SoftSwitch*

2.3 SERAT OPTIK

Kabel serat optik merupakan saluran transmisi yang terbuat dari bahan serat kaca murni atau bahan plastik khusus dan digunakan untuk mengirimkan data informasi dengan cara mengubah sinyal listrik menjadi gelombang cahaya yang berbentuk laser.^[2]

Kabel serat optik memiliki beberapa bagian utama berdasarkan pada Gambar 2.7 antara lain adalah *core*, *cladding* dan *coating* yang masing – masing dari bagian tersebut memiliki kegunaannya antara lain :

1. *Core* (Inti)

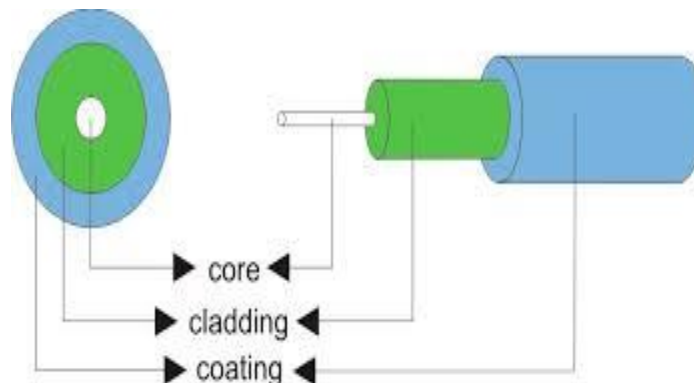
Merupakan bagian yang paling utama dari serat optik yang terbuat dari bahan quarsa dengan kualitas yang sangat tinggi. Merupakan tempat dimana proses transmisi terjadi karena gelombang cahaya akan merambat pada bagian ini, memiliki diameter antara $10\ \mu\text{m}$ – $50\ \mu\text{m}$ atau lebih kecil (semakin kecil semakin baik, tergantung jenis fiber optik yang digunakan).^[3]

2. *Cladding*

Merupakan bagian dari serat optik yang terbuat dari bahan gelas atau kaca yang memiliki indeks bias yang lebih kecil disbanding dengan *core*. Berfungsi sebagai pemantul cahaya yang keluar dari *core* dan juga merupakan selubung dari *core* tersebut.^[3] Hubungan indeks bias antara keduanya akan mempengaruhi perambatan cahaya pada *core* (mempengaruhi besarnya sudut kritis).

3. *Coating*

Merupakan bagian terluar dari kabel serat optik yang terbuat dari plastik dan berfungsi untuk melindungi *core* dari kerusakan.^[3]



Gambar 2.7 Struktur serat optik

Berdasarkan pada Gambar 2.8 bahwa kabel serat optik memiliki dua jenis tergantung dari pemakaiannya yaitu *single-mode fiber* dan *multi-mode fiber*.

1. *Single-mode fiber*

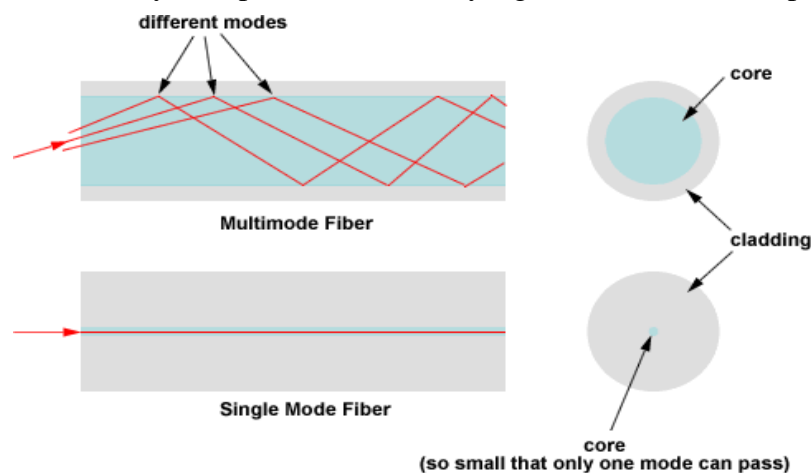
Merupakan jenis kabel serat optik yang memiliki diameter inti sangat kecil sekitar 9 mikron sehingga cahaya yang merambat dengan cara parallel di tengah *core* tersebut membuat dispersi pulsa bisa diminimalisir.^[2] Serat optik dengan jenis ini mentransmisikan cahaya laser inframerah dan biasa digunakan untuk mentransmisikan satu sinyal di tiap seratnya, biasanya sering

dipakai dalam komunikasi pesawat telepon dan TV kabel berbayar yang jaraknya jauh sekitar lebih dari 2 kilometer.

2. *Multi-mode fiber*

Merupakan jenis kabel serat optik berdiameter yang sedikit lebih besar dari jenis yang sebelumnya yaitu sekitar 63.5 mikron dan mentransmisikan cahaya inframerah yang dihasilkan oleh lampu *Light-Emitting Diode* (LED).^[2] Jenis serat optik ini biasa digunakan pada jaringan computer ataupun *Local Area Network* (LAN) karena serat jenis ini mentransmisikan banyak sinyal cahaya dalam satu *core*.

Selain kedua jenis kabel serat optik yang sudah disebutkan sebelumnya, ada pula beberapa serat optik yang terbuat dari plastik. Kabel serat optik jenis ini memiliki *core* yang paling besar jika dibandingkan dengan dua jenis sebelumnya sekitar 1 mm dan mentransmisikan cahaya tampak warna merah yang dihasilkan oleh lampu LED.^[2]



Gambar 2.8 Karakteristik fisik serat optik *single-mode* dan *multi-mode*

2.3.1 KEUNGGULAN SERAT OPTIK

Kemajuan teknologi pada semua bidang di masa sekarang terutama pada bidang telekomunikasi, membuat kabel serat optik menjadi pilihan utama yang dijadikan sebagai landasan komunikasi masa depan. Perusahaan – perusahaan besar pun berlomba dalam menginvestasikan dananya untuk memajukan pengembangan sistem kabel serat optik. Kabel serat optik sendiri tentunya memiliki beberapa keunggulan dibanding dengan teknologi sebelumnya antara lain :^[2]

- a. Lebih murah : ini karena bahan – bahan penyusun kabel serat optik adalah bahan – bahan yang terbilang murah dari teknologi sebelumnya.

- b. Lebih tipis : kabel serat optik memiliki diameter yang lebih kecil dan tipis dibanding dengan teknologi sebelumnya yang menggunakan kawat tembaga.
- c. Kapasitas muatan lebih besar : karena ukuran diameternya yang lebih kecil dan tipis membuat serat optik dapat di-*bundle* lebih banyak dibanding kawat tembaga serta basis transmisinya menggunakan sinyal cahaya, memungkinkan serat optik mentransmisikan aplikasi *triple play* lebih baik dari teknologi sebelumnya.
- d. Penurunan sinyal lebih kecil : jika mengalami rugi – rugi (*loss*), rugi – rugi yang dihasilkan serat optik tidak sebanyak jika dibandingkan dengan rugi – rugi sinyal listrik pada kawat tembaga.
- e. Sinyal cahaya : walaupun basis transmisi yang digunakan teknologi ini adalah cahaya, sinyal cahaya pada satu serat dengan serat lain dalam kabel yang sama tidak akan tercampur (*interferensi*) seperti pada sinyal listrik dalam teknologi sebelumnya. Ini yang membuat hasil percakapan telepon atau gambar televisi yang dihasilkan lebih jelas.
- f. Daya lebih sedikit : karena basis transmisinya berupa cahaya, daya pengiriman (*transmit*) yang digunakan jauh lebih sedikit dengan daya yang digunakan untuk transmisi sinyal listrik pada kawat tembaga.
- g. Sinyal digital : dalam penggunaannya, kabel serat optik sangat ideal digunakan dalam komunikasi digital, terutama jika digunakan dalam jaringan komputer.
- h. Tidak mudah terbakar : karena yang dikirimkan adalah sinyal cahaya dan bukan sinyal listrik, resiko akan kebakaran yang disebabkan oleh arus pendek listrik mendekati angka nol (0) atau terbilang tidak ada.
- i. Ringan : karena ukuran diameternya yang kecil serta dapat di-*bundle* jumlah yang sangat banyak, kabel serat optik ini hanya memerlukan tempat (dalam tanah, tembok, lantai) yang lebih sedikit.
- j. Fleksibel : dalam tujuan tertentu, serat optik dapat digunakan untuk berbagai hal, sebagai contoh serat optik banyak digunakan pada kamera digital untuk mengoptimalkan hasil gambar yang didapatkan.

2.3.2 SUMBER CAHAYA SERAT OPTIK

Pada dasarnya, sistem komunikasi serat optik menggunakan cahaya dalam proses transmisi sinyal informasinya. Proses transmisi informasi pada serat optik menggunakan prinsip pemantulan cahaya dengan panjang gelombang tertentu. Selama proses perambatan cahaya pada serat, cahaya akan mengalami peredaman di sepanjang serat dan pada saat memasuki titik sambungan serat optik. Maka dari itu, gelombang cahaya yang mengalami redaman pada saat transmisi jarak jauh perlu diperkuat dengan menggunakan penguat.^[2] Dalam sistem komunikasi serat optik, ada dua jenis sumber optik yang sering digunakan antara lain : *Light Emitting Diode* (LED) dan *Light Amplication by Stimulated Emission of Radiation Diode* (LASER Diode / LD).^[2]

LED memiliki daya keluaran yang lebih sedikit, kecepatan *switch* yang lebih lambat, dan lebar spektrum yang cukup besar. Namun LED menjadi sumber optik yang dipergunakan secara luas untuk pengaplikasian komunikasi jarak pendek dan menengah yang menggunakan serat kaca dan plastik karena lebih sederhana, murah, handal, dan tidak terpengaruh akan suhu.^[2]

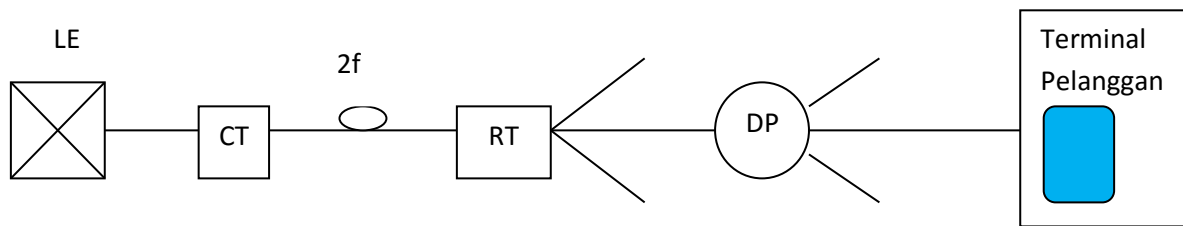
LD menghasilkan cahaya dengan panjang gelombang yang tetap dan dapat berada dalam wilayah tampak, yaitu 635 nm. Bandwidth yang dimiliki oleh cahaya tersebut sangatlah sempit dan pada umumnya hanya memiliki lebar beberapa nanometer saja. Bisa dipastikan bahwa dispersi kromatik dapat dipertahankan angkanya pada nilai yang paling kecil sehingga memungkinkan terjadinya kecepatan transmisi data yang cepat. Cahaya dengan intensitas yang tinggi sangat sesuai digunakan pada sistem telekomunikasi serat optik jarak jauh.^[2]

2.3.3 Jaringan Lokal Akses Fiber (JARLOKAF)

Pada sistem komunikasi serat optik, dikenal dengan nama jaringan akses fiber atau jaringan lokal akses fiber (JARLOKAF) adalah teknologi yang masih dalam tahap pengembangan sehingga masih sedikit implementasi yang ditemukan di lapangan. Pada sistem JARLOKAF, setidaknya harus memiliki minimal dua perangkat opto-elektronik yaitu pada bagian sentral dan bagian pelanggan itu sendiri yang selanjutnya dihubungkan pada suatu titik yang disebut titik konversi optik (TKO). Perbedaan letak TKO akan mempengaruhi perbedaan arsitektur pada JARLOKAF itu sendiri. Pada JARLOKAF terdapat empat bentuk arsitektur jaringannya antara lain :^[3]

a. *Fiber To The Zone* (FTTZ)

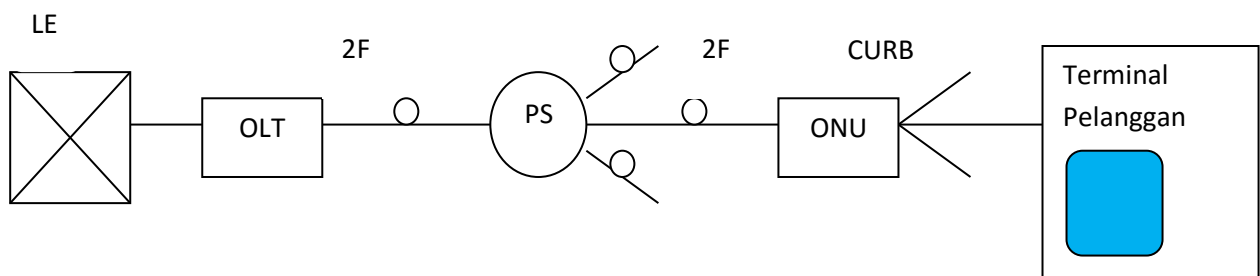
Pada arsitektur ini seperti yang terlihat pada Gambar 2.9, TKO terletak disuatu tempat di luar bangunan di dalam sebuah cabinet, baik dengan kapasitas yang kecil maupun besar. Arsitektur ini umumnya diterapkan pada daerah kompleks perumahan yang letaknya jauh dari sentral atau apabila infrastruktur seperti *duct* sudah tidak disisipkan lagi oleh kabel tembaga.



Gambar 2.9 Konfigurasi arsitektur FTTZ

b. *Fiber To The Curb* (FTTC)

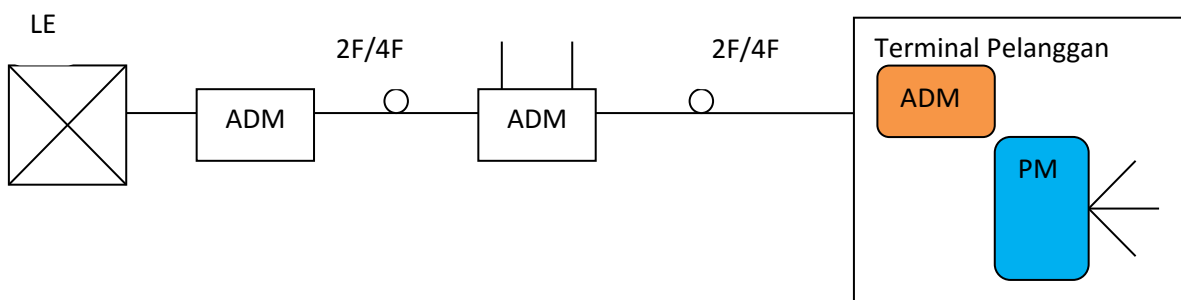
Pada arsitektur ini, seperti yang terlihat pada Gambar 2.10 TKO berada di sebuah tempat di luar bangunan tepatnya berada pada kabinet atau pada kotak yang telah disematkan pada tiang dan berkapasitas lebih kecil (kurang dari atau maksimal 120 SST) dibanding dengan FTTZ. Pada Gambar 2.10 pula terdapat terminal pelanggan yang dihubungkan pada TKO menggunakan kabel tembaga dengan jarak beberapa ratus meter jauhnya. FTTC ini dapat diterapkan pada pelanggan bisnis yang terkumpul dalam satu cakupan area yang terbatas dan tidak berbentuk gedung bertingkat, atau lebih tepatnya untuk penggunaan industri atau pabrik serta dapat juga diterapkan pada pelanggan perumahan yang dalam waktu dekat akan menjadi pelanggan jasa industri hiburan.



Gambar 2.10 Konfigurasi arsitektur FTTC

c. *Fiber To The Building* (FTTB)

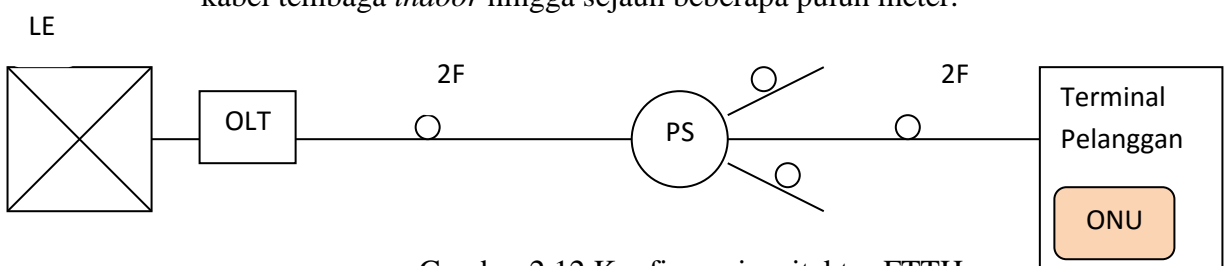
Pada Gambar 2.11, posisi TKO terletak di dalam gedung dan biasanya pada ruangan telekomunikasi yang berada di ruangan *basement* atau lantai dasar, tetapi ada juga TKO yang ditempatkan di beberapa lantai pada gedung tersebut dan bisa dikatakan bahwa ruang telekomunikasi tidak selalu berada di lantai dasar. Terminal pelanggan dihubungkan oleh kabel tembaga *indoor* menuju TKO. Berdasarkan Gambar 2.11 FTTB dapat diterapkan pada pelanggan bisnis di gedung – gedung bertingkat atau juga bisa untuk pelanggan yang bertempat tinggal di *apartment – apartment* yang tinggi.



Gambar 2.11 Konfigurasi arsitektur FTTB

d. *Fiber To The Home* (FTTH)

Pada arsitektur kali ini, TKO berada dekat dengan rumah pelanggan atau terkadang berada pada rumah pelanggan itu sendiri. Pada Gambar 2.12 dijelaskan bahwa terminal pelanggan dihubungkan ke TKO menggunakan kabel tembaga *indoor* hingga sejauh beberapa puluh meter.



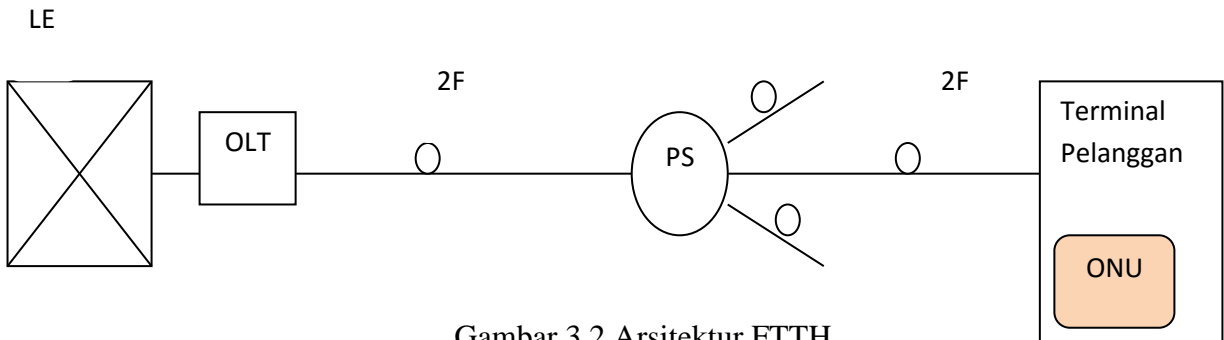
Gambar 2.12 Konfigurasi arsitektur FTTH

Arsitektur – arsitektur seperti yang telah dijelaskan pada Gambar 2.6 sampai Gambar 2.9 adalah merupakan perancangan pengembangan dari sistem JARLOKAF dimana pada masa yang akan datang, semua teknologi komunikasi akan berbasis serat optik.

2.3.4 FIBER TO THE HOME

Fiber to the Home (FTTH) adalah salah satu arsitektur jaringan serat optik yang dibuat hingga sampai ke rumah – rumah pelanggan tempat terminal terakhir berada.

Pada arsitektur FTTH, tempat konversi optik atau TKO berada dekat dengan rumah pelanggan atau bahkan terkadang berada di dalam rumah pelanggan itu sendiri.



Gambar 3.2 Arsitektur FTTH

2.3.5 KONSEP JARINGAN FTTH

Fiber to the Home adalah suatu teknologi pentransmisian sinyal melalui media serat optik dari penyedia jasa layanan (*provider*) ke pelanggan. Sebelum didistribusikan kepada pelanggan, perlu adanya sebuah alat yang disebut *splitter* atau pembagi yang memiliki arti sama layaknya dengan sinyal *multiplex*. *Splitter* pada jaringan FTTH biasanya digunakan perbandingan 1:16 yang berarti satu *core* akan dibagi ke 16 tempat. Pada perancangan FTTH, digunakan *boundary* yang biasanya disebut dengan *homepass*, dimana *homepass* yang dimaksud adalah pelanggan – pelanggan yang menggunakan jasa layanan tersebut. Pada perancangan FTTH, penentuan letak perangkat harus disesuaikan dengan *standard* yang telah ditentukan oleh PT. Telkom Akses Purwokerto dimana peletakan *Optical Distribution Cabinet* (ODC) yang ideal diletakkan di tengah suatu kawasan, serta panjang kabel distribusi yang akan menghubungkan ODC dengan *Optical Distribution Point* (ODP) pada umumnya memiliki panjang kurang lebih 2 km. Masing – masing ODP memiliki jarak standar antar ODP satu dengan yang lain adalah 45 meter, sedangkan pelanggan dan ODP dihubungkan oleh kabel *drop* dengan panjang jarak standar adalah 100 meter.

a. Kabel *feeder*

Kabel *feeder* merupakan kabel yang berfungsi untuk menyalurkan informasi yang berupa sinyal optik hasil konversi dari perangkat OLT yang pada umumnya digunakan jenis kabel *single mode*.

b. *Optical Distribution Cabinet* (ODC)

ODC merupakan perangkat optikal pasif yang diinstal di luar STO seperti pada ruang MDF atau luar ruangan yang memiliki fungsi sebagai titik terminasi ujung kabel *feeder* dan pangkal terminasi dari kabel distribusi atau juga bisa disebut sebagai titik distribusi kabel dari kapasitas besar (*feeder*) menjadi beberapa kapasitas kecil (distribusi) serta tempat penyambung dan pemasangan *splitter*.

c. Kabel distribusi

Kabel distribusi adalah kabel berjenis *single mode* yang berfungsi untuk meneruskan sinyal optik keluaran dari ODC menuju ODP yang memiliki kapasitas mulai dari 6 *core* hingga 48 *core*.

d. *Optical Distribution Point* (ODP)

ODP merupakan perangkat optikal pasif yang diinstal di luar STO yang berfungsi sebagai titik terminasi akhir bagi kabel distribusi dan sebagai titik terminasi awal bagi kabel *drop* atau kabel penanggal, sebagai tempat penyambungan serta tempat pemasangan *splitter* yang pada umumnya ODP memiliki kapasitas mulai dari 8 *port* hingga 48 *port*.

e. Kabel *drop* (Penanggal)

Kabel *drop* adalah kabel yang berfungsi untuk meneruskan sinyal optik keluaran dari ODP menuju ke rumah – rumah pelanggan atau *Optical Network Unit* (ONU), umumnya memiliki tipe G 657 yang dimaksudkan untuk menanggulangi lokasi instalasi yang terdapat banyak kelokan sehingga kabel serat optik dengan *banding* insensitif diperlukan serta memiliki kapasitas mulai dari 1 *core* hingga 4 *core*.

2.3.6 *Link Budget*

Link budget adalah sebuah persamaan yang mana didapat dari perhitungan kontribusi *loss* (rugi – rugi) dari masing – masing elemen pada saluran. Ada batas atau *margin* dalam perhitungan *link budget* yang digunakan untuk mengatasi redaman yang tidak diinginkan dan tidak terhitung secara teoritis, namun umumnya bernilai tidak lebih dari antara 6 dB sampai 8 dB. *Link budget* dihitung dengan mengetahui terlebih dahulu nilai *loss* (rugi – rugi) maksimum pada tiap elemen. Berdasarkan Tabel 2.1 dapat dilihat nilai *loss* dari tiap – tiap elemen.

Tabel 2.1 Nilai maksimal *loss* per elemen

Network Elemen	Batasan	Ukuran
Kabel	Max	0.35dB/km
Splicing	Max	0.1 dB
Connector Loss	Max	0.25 dB (Refer IEC 61300-3-34 Grade B attenuation)
Splitter 1:2	Max	3.70 dB
Splitter 1:4	Max	7.25 dB
Splitter 1:8	Max	10.38 dB
Splitter 1:16	Max	14.10 dB
Splitter 1:32	Max	17.45 dB

2.3.7 Bill of Quantity (BoQ) Material

Bill of Quantity adalah suatu hasil perhitungan dari *link budget* yang lebih mirip dengan Rancangan Anggaran Belanja dari kebutuhan – kebutuhan yang terdiri dari :

- a. Kebutuhan *feeder*
- b. Kebutuhan distribusi
- c. Kebutuhan penangkal
- d. Kebutuhan perangkat pasif lainnya

2.4 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis (SIG) didefinisikan sebagai tipe sistem yang memiliki tiga unsur pokok yaitu, sistem, informasi, dan geografis dimana SIG adalah perpaduan antara komponen – komponen yang saling berhubungan dan bekerja sama untuk mengumpulkan, memproses, menyimpan, dan mendistribusikan informasi terkait dengan bidang geografis. SIG juga bisa didefinisikan sebagai perangkat lunak, perangkat keras, manusia, prosedur, basis data, dan fasilitas jaringan komunikasi yang digunakan sebagai fasilitator untuk proses – proses pemasukan, penyimpanan, manipulasi, menampilkan, dan keluaran data atau informasi geografis beserta atribut – atributnya.^[1]

Sejak pertengahan tahun 1970-an, beberapa sistem dikembangkan untuk menangani informasi yang berkaitan dengan geografis. Era komputerisasi membuka

wawasan baru mengenai proses pengambilan keputusan serta penyebaran informasi. Sistem – sistem tersebut antara lain :^[1]

1. Pengorganisasian data dan informasi.
2. Penempatan informasi pada lokasi geografis tertentu.
3. Melakukan komputasi serta menyatakan relasi antar objek spasial dan melakukan analisa spasial.

Pada awalnya terkadang SIG dipandang sebagai perkawinan antara sistem komputer bidang kartografi atau *Computer Assisted Cartography* (CAC) dan sistem komputer bidang perancangan atau *Computer Assisted Design* (CAD) dengan teknologi basis data atau *Database Management System* (DBMS). Bersama dengan perkembangan akan kebutuhan, mulai muncul para pengembang dari berbagai kalangan (pemerintah, kampus atau akademis, dan pihak swasta atau *private*) sehingga mengakibatkan banyaknya produk perangkat lunak berbasis SIG yang tersedia di pasaran yang menawarkan berbagai fitur serta keunggulan kinerja yang beragam dengan harga yang bervariasi. Hal tersebut menjadi kondisi yang menguntungkan bagi konsumen namun terkadang dengan makin beragamnya pilihan produk tersebut menjadi kondisi yang merugikan bagi konsumen yang belum menyadari sepenuhnya apa yang mereka butuhkan karena tidak melakukan studi pasar tentang produk yang sejenis.

Pada antara akhir tahun 1980-an sampai awal 1990-an telah didengungkan atmosfer kebebasan yang menyebabkan bermunculannya beberapa perangkat lunak yang gratis atau *free* dan terbuka untuk umum atau *open source*. SIG ikut ambil bagian dengan hadirnya beberapa aplikasi yang dapat melakukan beberapa fungsionalitas yang wajib ada dalam SIG sebagaimana halnya yang komersial, bahkan untuk versi *web-based* sudah menjadi salah satu aplikasi yang terdepan, terkenal dan paling mendapat dukungan. Oleh karena itu, kehadiran perangkat lunak yang bersifat *free* dan *open source* ini menyemarakkan dunia persaingan pada sektor *spatial-based application*.

2.4.1 PETA – PETA PERTAMA

Peta, data spasial, dan SIG merupakan produk – produk hasil proses evolusi yang dimulai dari abad ke abad kelahirannya hingga perkembangan ilmu – ilmu Geodesi, Geografi, dan Kartografi. Peta pertama ditemukan setelah dilakukan penggalian di

reruntuhan kota Gasur di Babilonia seperti pada Gambar 2.13, setelah ditemukan peta ini berbentuk sebuah lempeng kecil yang terbuat dari tanah liat dan diperkirakan terbuat sekitar 2500 tahun sebelum masehi.^[1] Kemudian peta generasi kedua ditemukan di daerah mesir. Peta ini digambarkan diatas bahan yang terbuat dari kulit dan pada peta – peta ini diperlihatkan unsur – unsur persil tanah pertanian yang terdapat lembah sungai Nil beserta beberapa lokasi tambang emas di mesir pada masa pemerintahan Rameses II (1292 – 1225 SM).^[1]



Gambar 2.13 Tablet Babylonia berusia 600 tahun sebelum masehi

Beberapa abad kemudian, orang Yunani mulai mendapatkan ilmu Kartografi yang membuat mereka bisa mengkompilasikan peta – peta realistik yang pertama. Sekitar awal tahun 300 SM, mereka mengawali penggunaan sistem koordinat pada peta – peta realistik yang mereka buat. Seratus tahun kemudian, seorang pakar matematika, astronomi, dan geografi Yunani, Eratosthenes, meletakkan dasar – dasar sains geodesi dan kartografi. Para pakar tersebut melakukan sejumlah pengamatan hingga akhirnya memperoleh bukti bahwa bentuk bumi sama sekali tidak datar, tetapi bulat.

Demikian kuatnya pengaruh Yunani kuno ini hingga mempengaruhi sebagian besar dasar sistem kartografi yang ada saat ini, dan baru mendapatkan kemajuan yang berarti pada abad ke 16. Berkat merekalah dikenal pula konsep bahwa bumi itu bulat dengan kutubnya, garis katulistiwa dengan daerah tropisnya, sistem koordinat lintang (*latitude*) dan bujur (*longitude*), sistem proyeksi peta dan hitungan dimensi bumi.

2.4.2 SIG PERTAMA

Sistem komputer generasi kedua dikembangkan dengan menggunakan komponen transistor pada akhir tahun 1950-an hingga awal tahun 1960-an.^[1] Semua sistem komputer menjadi siap digunakan bagi pemenuhan kebutuhan di bidang – bidang di luar kepentingan pemerintah, hal tersebut sebagai langkah untuk menghadapi perubahan yang hampir tiba – tiba tersebut. Kemudian, sejak saat itu, para ahli geodesi, geografi, meteorologi, geologi, dan geofisika pun mulai menggunakan sistem elektronik ini untuk membuat peta. Namun terdapat sedikit kendala pada kualitas hasil cetakan peta tersebut karena pada masa itu *printer* atau *plotter* yang digunakan masih belum dikembangkan dengan baik teknologinya.

Penggunaan sistem komputer generasi kedua tersebar luas menyebabkan setiap proses pengambilan keputusan mulai sering didasarkan pada analisa berbagai kelas data geografi, termasuk pada statistiknya. Data statistik tersebut mencakup *demographic trends*, variasi *cost-of-living*, distribusi sumber daya alam, kekayaan dan kepentingan sosial, dan demografi tenaga kerja. Sistem komputer elektronik telah dikenal di Kanada dan Amerika Serikat hingga di awal tahun 1960-an. Pada tahun 1963, perangkat lunak SIG Kanada (CGIS : *Canadian Geographical Information System*) yang mulai beroperasi dan dianggap sebagai SIG yang sesungguhnya dan menjadi yang pertama di dunia.^[1] Setelahnya, Amerika Serikat memiliki sistem yang serupa yakni MIDAS yang mulai digunakan pada dua tahun kemudian dan digunakan untuk memproses data sumber daya alam.

2.4.3 KOMPONEN – KOMPONEN PENYUSUN SIG

Pada SIG terdapat dua komponen utama yang menjadi penyusun SIG dan mencakup komponen – komponen pendukung di dalamnya, komponen yang dimaksud antara lain adalah perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras yang digunakan harus memenuhi standar agar SIG dapat berjalan dengan baik, perangkat keras yang diperlukan antara lain :^[6]

a. Perangkat Keras (*Hardware*)

1) *Central Processing Unit* (CPU)

Berdasarkan Gambar 2.14, CPU berperan sebagai otak pada komputer, dimana CPU mengatur segala kegiatan di ruang lingkup lingkungan komputer tersebut. Pada SIG, kebutuhan dari CPU tersebut bervariasi, pada

SIG yang sederhana dibutuhkan CPU berkemampuan standar yakni Pentium 3, 4 atau seterusnya. Sedangkan untuk SIG yang sudah dikembangkan, diperlukan CPU yang berkemampuan lebih tinggi yakni *dual core*, *core-2-duo*, *quad core* dan seterusnya.



Gambar 2.14 *Central Processing Unit (CPU)*

2) *Random Access Memory (RAM)*

Seperti pada Gambar 2.15, RAM memiliki peran sebagai *storage* atau penyimpanan data dan *program* yang bersifat sementara. Dalam SIG, kebutuhan akan RAM juga bervariasi, pada SIG sederhana membutuhkan RAM antara 4 MB hingga 8 MB sedangkan untuk SIG yang sudah dikembangkan, sangat direkomendasikan untuk menggunakan RAM yang memiliki kapasitas diatas 2 GB.



Gambar 2.15 *Random Access Memory (RAM)*

3) *Storage Memory*

Seperti pada Gambar 2.16, *storage* memory berperan sebagai penyimpan data dan *program* yang bersifat permanen, dalam hal kecepatan bila dibandingkan dengan RAM, akses media penyimpanan ini agak lambat. *Hard disk*, *disket*, *CD-ROM*, *flash disk* merupakan salah satu contoh dari *storage*. Pada GIS, kebutuhan akan *storage* bervariasi, mulai dari SIG yang sederhana, kebutuhan akan *storage* berkisar dibawah 5 MB, sementara SIG

yang sudah dikembangkan membutuhkan ukuran *storage* hingga ratusan GB atau bahkan dengan satuan TB.



Gambar 2.16 *Storage Device*

4) *Input Device*

Berdasarkan Gambar 2.17 bahwa perangkat ini berperan untuk memasukan data – data *master* yang memiliki ekstensi *excel* ke dalam SIG, serta *master file* peta dasar yang telah dibuat sebelumnya untuk dijadikan *platform* atau landasan pada SIG. *Input device* yang dimaksud adalah *keyboard*, *mouse*, *scanner* dan sejenisnya.



Gambar 2.17 *Input Device*

5) *Output Device*

Perangkat ini berperan untuk menyajikan data dan informasi SIG yang sudah dimasukan sebelumnya. Pada Gambar 2.18 *printer*, *plotter*, *monitor* termasuk kedalam jenis *output device*.

Gambar 2.18 *Output Device*6) *Peripheral*

Perangkat ini sebenarnya tidak termasuk ke dalam perangkat yang telah disebutkan sebelumnya, tetapi masuk ke dalam sistem komputer. SIG yang sederhana tidak memerlukan *peripheral*, tetapi SIG yang telah dikembangkan memerlukan *peripheral* seperti kabel jaringan, modem, ISP, *router* dan sejenisnya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.19.

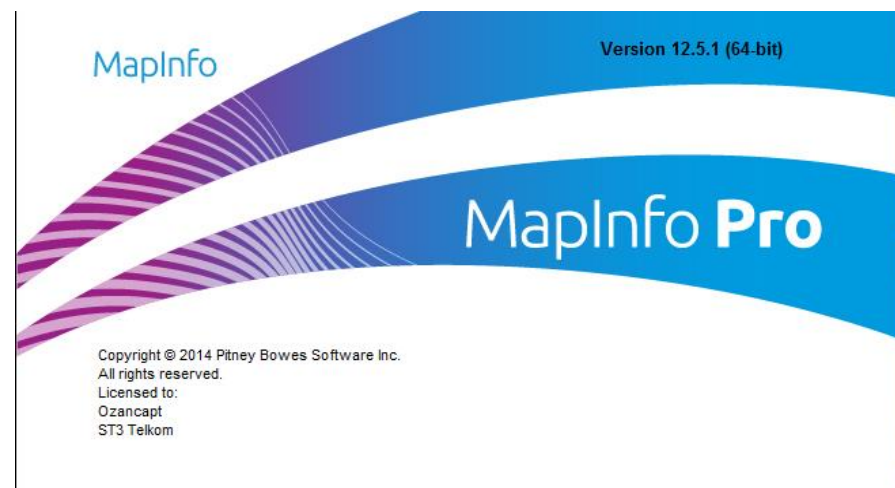
Gambar 2.19 *Peripheral*

Selain perangkat keras, untuk dapat menggunakan SIG, diperlukan pula perangkat lunak pendukungnya. Ada beberapa perangkat lunak pendukung antara lain :

b. Perangkat Lunak (*Software*)1) Mapinfo professional pro 12.5^[5]

Mapinfo professional adalah sebuah perangkat lunak yang telah dikembangkan oleh MapInfo.Corp sejak tahun 1986. Produk besutan perusahaan tersebut ditujukan untuk komputer meja atau *personal computer* (PC) dengan DOS sebagai sistem operasinya. Karenanya, Mapinfo dengan cepat menyebar ke berbagai belahan dunia seiring dengan penyebaran PC beserta sistem operasinya itu sendiri. Mapinfo adalah perangkat lunak pemetaan yang diminati oleh banyak pengguna SIG karena mudah digunakan, *user friendly*, harga yang relatif murah, dan dapat diatur sesuai

dengan bahasa program yang digunakan. Mapinfo diprogram dalam bahasa *basic*, sehingga memiliki kemampuan untuk beradaptasi dengan perangkat lunak produksi *Microsoft* maupun perangkat lunak lainnya seperti AutoCAD, NanoCAD, ArchView dan interaksi yang disajikan menarik oleh Mapinfo ketika melakukan *link* dengan perangkat basis data. Mapinfo juga mampu untuk menampilkan data peta hasil *drive test*, *thematic* dan lain-lain yang dirancang menggunakan perangkat lunak lain layaknya ArchGIS karena kemampuan Mapinfo yang dirancang agar dapat menerjemahkan format data yang tidak bisa diterjemahkan oleh perangkat lunak lain yang sejenis.



Gambar 2.20 Logo Mapinfo Pro 12.5

2) NanoCAD^[7]

Selain perangkat lunak pemetaan, ada pula perangkat lunak arsitektur. NanoCAD adalah perangkat lunak berbasis arsitektur yang memiliki kemampuan serta *command – command* yang sama layaknya perangkat lunak sejenisnya yakni AutoCAD. Kelebihan yang dimiliki oleh perangkat lunak ini dibanding yang lain adalah perangkat lunak ini bersifat gratis dan legal. Pengguna yang akan mengunduh dan memasang NanoCAD pada *laptop* atau PC-nya hanya perlu mengirimkan nama dan email saja, agar *serial number* yang dibutuhkan akan dikirim oleh pihak penyedia melalui email yang telah dimasukkan sebelumnya. Kelebihan lainnya dari perangkat lunak ini adalah, selain memiliki semua fungsi yang ada pada AutoCAD, NanoCAD juga memiliki tampilan yang *classic* sehingga tidak membuat

kinerja PC atau *laptop* menjadi berat serta dalam hal penggambaran dua dimensi, NanoCAD menggunakan sumber tabel data dari berbagai macam perangkat lunak basis data, antara lain : *Microsoft Excel*, *Microsoft Access*, *MS-SQL*, *txt*, *xml* dan sejenisnya. Selain pada penggambaran, NanoCAD dapat di-kustomisasi dengan berbagai macam bahasa program yang ada, antara lain : javascript, visual basic script, NET, C++, dan yang sejenisnya. Dikarenakan berbagai kelebihan yang dimiliki oleh NanoCAD tersebut, para pengguna banyak yang beralih untuk mencoba menggunakan perangkat lunak yang gratis dan legal ini, dan juga pengguna yang sudah pernah menggunakan perangkat lunak AutoCAD akan dengan sangat mudah menggunakan fitur – fitur yang terdapat pada NanoCAD yang disebabkan karena keunggulan dari NanoCAD itu sendiri.



Gambar 2.21 Logo NanoCAD 5